

## ПРО РЕАКТИВНУ ПОТУЖНІСТЬ ЕЛЕКТРОПРИВОДІВ ПОСТІЙНОГО СТРУМУ З ТИРИСТОРНИМИ ПЕРЕТВОРЮВАЧАМИ НАПРУГИ

*Рубан О.А.*

*Науковий керівник – Ковальова Ю.В., канд. техн. наук, ст. викладач*

Електроприводи постійного струму типу «Тиристорний перетворювач напруги – двигун» представляють собою самостійний клас регульованих електроприводів і забезпечують всі функціональні вимоги регулювання швидкості та струму. В процесі керування електроприводами постійного струму з використанням тиристорних перетворювачів напруги відбувається регулювання першої гармоніки напруги мережі з одночасним її випрямленням. При цьому електроприводи з тиристорними перетворювачами напруги споживають несинусоїдний струм при синусоїдній напрузі в мережі.

Спочатку розглянемо реактивну потужність при синусоїдних режимах. Згідно теорії електричних кіл, реактивною потужністю називають максимальне значення миттєвої потужності ідеальної котушки індуктивності (без урахування активного опору), тобто

$$\begin{aligned} q(t) &= U_m I_m \cos \omega t \sin \omega t = UI \sin 2\omega t = \omega L I^2 \sin 2\omega t = \\ &= x_L I^2 \sin 2\omega t = Q_m \sin 2\omega t, \end{aligned} \quad (1)$$

де  $U, I$  – діючі значення синусоїдних напруги і струму;

$Q_m$  – амплітудне значення миттєвої реактивної потужності;

$X_L$  – індуктивний опір котушки.

Схема заміщення реальної котушки для синусоїдних режимів являє собою електричне коло з послідовно включеними омичним та індуктивним опорами. При цьому миттєва потужність дорівнює

$$p(t) = u \cdot i = U_i \sin \omega t \cdot I_i \sin(\omega t - \varphi) = U^2((\cos \varphi - \cos(2\omega t - \varphi))), \quad (2)$$

де  $\varphi$  – кут фазового зсуву синусоїди струму від синусоїди напруги.

Проведемо подальші перетворення миттєвої повної потужності над виразом (2) з урахуванням формули  $\cos(\alpha - \beta) = \cos \alpha \cos \beta + \sin \alpha \sin \beta$ .

$$\begin{aligned} p(t) &= UI \cdot [\cos \varphi - \cos(2\omega t - \varphi)] = UI \cdot (\cos \varphi - \cos 2\omega t \cdot \cos \varphi - \sin 2\omega t \cdot \sin \varphi) = \\ &= UI \cos \varphi \cdot (1 - \cos 2\omega t) - UI \sin \varphi \cdot \sin 2\omega t = P(1 - \cos 2\omega t) - Q \sin 2\omega t. \end{aligned} \quad (3)$$

Перший доданок в (3) завжди додатній, пульсує з подвійною частотою навколо середнього значення і визначає ту частину миттєвої потужності, яка перетворюється на активному опорі в тепло і не повертається до джерела. Амплітуда першого доданку миттєвої потужності (3) називається активною потужністю і дорівнює  $P = UI \cos \varphi$ . Ам-

плітуда другого доданку називається реактивною потужністю і дорівнює  $Q = UI \sin \phi$ .

Теорія Будеану прийнята офіційним терміном визначення «реактивна потужність» і ґрунтується на принципі суперпозиції для несинусоїдних миттєвих потужностей.

Реактивна потужність згідно теорії Маєвського О.А. визначається як швидкість зміни миттєвого опору електричного кола і розраховується за формулою

$$Q = U \cdot I_1 = \frac{U_m^2}{4\pi R} \sin^2 \alpha, \quad (4)$$

де  $U_m, \alpha, R$  - відповідно амплітуда мережної напруги, кут керування тиристором і активний опір електричного кола;

$I_1$  - діюче значення струму першої гармоніки.

Коефіцієнт потужності електроприводів постійного струму при тиристорному регулюванні напруги визначається як  $K = P/S$ . При синусоїдній напрузі і несинусоїдному струмі активна потужність визначається лише першою гармонікою струму, тобто  $P = UI_1 \cos \phi_1$ . Тоді, згідно теорій Будеану і Маєвського, коефіцієнт потужності дорівнює

$$K = \frac{P}{S} = \frac{UI_1 \cos \phi_1}{UI} = \frac{I_1 \cos \phi_1}{I} = K_c \cos \phi_1, \quad (5)$$

де  $I$  – діюче значення фазного струму;

$I_1$  – діюче значення першої гармоніки фазного струму;

$\phi_1$  – кут зсуву першої гармоніки струму від напруги мережі;

$K_c = I_1/I$  – коефіцієнт спотворень, що дорівнює відношенню діючого значення першої гармоніки струму до діючого значення повного струму.

Оскільки реактивна потужність створюється змінною складовою випрямленого струму, то сформулюємо поняття реактивного струму тиристорного електроприводу постійного струму, тобто, це діюче значення змінної складової випрямленого струму якоря, яка споживається з електромережі і повертається в електромережу через перетворення в магнітний потік в обмотках якоря згідно закону повного струму та в ЕРС самоіндукції згідно закону електромагнітної індукції Фарадея.

1. Ковальова, Ю. В. Рівняння електроенергетичного балансу тиристорних електроприводів постійного та змінного струмів/ Ю. В. Ковальова. // Світлотехніка та електроенергетика. – 2012. – № 4(32), С. 68-73.